

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平 10-500525

(43)公表日 平成10年(1998)1月13日

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I
G 1 1 B	7/135	7610-5 D	G 1 1 B
	7/24	8721-5 D	7/135
			Z
	5 2 2		7/24
			5 2 2
			F

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 29 頁)

(21)出願番号 特願平8-527346
(86)(22)出願日 平成8年(1996)2月1日
(85)翻訳文提出日 平成8年(1996)11月11日
(86)国際出願番号 PCT/GB96/00212
(87)国際公開番号 W096/28818
(87)国際公開日 平成8年(1996)9月19日
(31)優先権主張番号 08/403,166
(32)優先日 1995年3月13日
(33)優先権主張国 米国 (US)
(81)指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), BR, CA, CN, CZ, HU, JP, PL, RU, SG

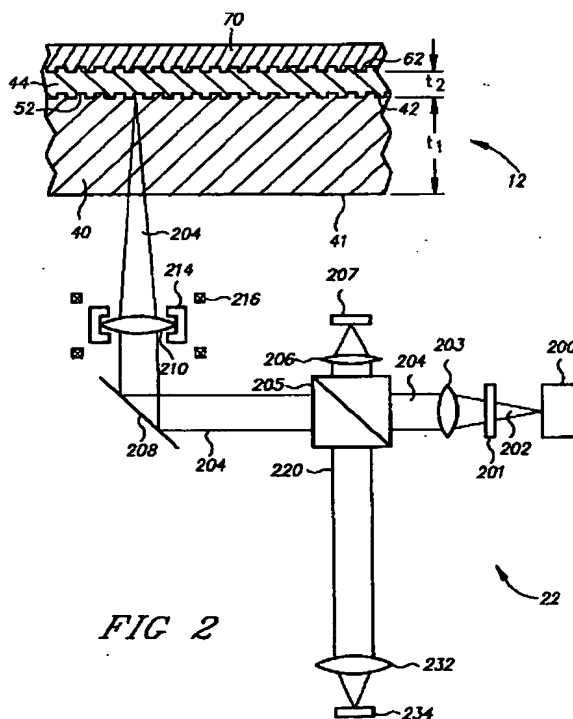
(71)出願人 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州アーモンク、(番地なし)
(72)発明者 ラッタ ラッセル ミルトン
アメリカ合衆国カリフォルニア州サン・ホセ、ゴルフ・コース・レーン 7226
(72)発明者 ロッセン ジャヴィス ハル
アメリカ合衆国カリフォルニア州、ロス・ガトス、ビネ・アヴェニュー 17131
(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】一定収差矯正と最適層間間隔を備えた複数データ層光ディスク・ドライブ・システム

(57)【要約】

複数データ層光ディスク・ドライブ・システムは、一定収差矯正を有し、層間クロストークを低減するために最大層間間隔を備えたディスクを使用する。一実施例の複数データ層ディスクは、第1のデータ層と最後のデータ層とを分離するスペーサ層の厚さの約半分だけ低減した厚さの基板を有する。このディスクは、従来の単一データ層ディスクの厚さについて補正するために球面収差矯正を有するレンズで機能するように設計されている。このため、ディスク・ドライブは、複数データ層ディスクを扱うことができると同時に後方互換性を維持することができ、その結果、従来の単一データ層ディスクを扱うことができるようになる。球面収差矯正の目的では、基板材料の厚さにスペーサ層材料(基板材料とは異なる屈折率を有する可能性がある)の厚さの半分を加えたものは、従来の単一データ層ディスクに使用する基板材料の厚さに匹敵する。したがって、最小球面収差を備えた集束スポットは、第1のデータ層上ではなく、スペーサ層の中間に位置する。スペーサ層の厚さは、集束スポットが第1のデータ層または最後のデータ層のいずれかに位



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】**1. レーザ光源と、**

部分光透過の第1のデータ層と光反射の第2のデータ層との間に位置し、スペーサ層の厚さ分だけ前記第1のデータ層と前記第2のデータ層とを分離する光透過の前記スペーサ層とを含む光データ媒体と、

前記レーザ光源と媒体の前記第1のデータ層との間に位置し、レーザ光をスポットに集束するためのレンズであって、前記第1のデータ層と前記第2のデータ層との間に位置するときに集束スポットがほぼ最小の球面収差を有するように球面収差の矯正を有するレンズとを含むことを特徴とする、光データ記憶システム。

2. レーザ光源と、

(a) レーザ光が入射するディスク外部表面を形成する第1の表面を有する光透過の基板と、(b) 前記第1の表面の反対側の基板表面上の部分光透過の第1のデータ層と、(c) 光反射の第2のデータ層と、(d) 光透過のスペーサ層であって、前記第1のデータ層と前記第2のデータ層との間に位置し、前記スペーサ層の厚さ分だけ第1のデータ層と第2のデータ層とを分離する光透過のスペーサ層とを含む光ディスクと、

ディスクに取り付けられ、ディスクを回転させるためのモータと、

前記レーザ光源と前記基板の前記第1の表面との間に位置し、レーザ光をスポットに集束するためのレンズであって、全基板厚に前記スペーサ層の厚さの約半分を加えたものによって発生する球面収差の矯正を有するレンズと、

前記レンズに接続された手段であって、集束スポットが一方のデータ層からもう一方のデータ層へ移動できるようにディスクに対してレンズを移動させるための手段とを含み、それにより、スポットが前記第1のデータ層上に位置するときには、横断する基板とスペーサ層の材料の厚さの合計が前記スペーサ層の厚さの約半分だけ球面収差矯正厚より小さいのでそれが球面収差を持ち、スポットが前記第2のデータ層上に位置するときには、横断する基板とスペーサ層の材料の厚さの合計が前記スペーサ層の厚さの約半分だけ球面収差矯正厚より大きいのでそ

れが球面収差を持つことを特徴とする、光ディスク・ドライブ・システム。

3. レンズが厚さ t_1 と屈折率 n_1 とを有する基板によって発生された球面収差の矯正を有し、ディスク基板が屈折率 n_1 と約 $t_1 - t_2 / 2$ の厚さとを有する材料から形成され、 t_2 がスペーサ層の厚さであることを特徴とする、請求項2に記載のディスク・ドライブ・システム。

4. ディスク基板が屈折率 n_1 と約 t_1 の厚さとを有する材料から形成され、スペーサ層が屈折率 n_2 と約 t_2 の厚さとを有する材料から形成され、レンズが厚さ t_1 の基板材料と厚さ $t_2 / 2$ のスペーサ層材料とによって発生された球面収

差の矯正を有することを特徴とする、請求項2に記載のディスク・ドライブ・システム。

5. レンズが約 1.20 mm のポリカーボネートによって発生された球面収差の矯正を有し、ディスク基板がポリカーボネートから形成され、約 1.20 mm からスペーサ層の厚さの半分を引いた厚さを有することを特徴とする、請求項2に記載のディスク・ドライブ・システム。

6. レンズが約 0.60 mm のポリカーボネートによって発生された球面収差の矯正を有し、ディスク基板がポリカーボネートから形成され、約 0.60 mm からスペーサ層の厚さの半分を引いた厚さを有することを特徴とする、請求項2に記載のディスク・ドライブ・システム。

7. ディスク基板がポリカーボネートから形成され、約 1.20 mm の厚さを有し、レンズが 1.20 mm のポリカーボネートにスペーサ層の厚さの約半分を加えたものによって発生された球面収差の矯正を有することを特徴とする、請求項2に記載のディスク・ドライブ・システム。

8. ディスク基板がポリカーボネートから形成され、約 0.60 mm の厚さを有し、レンズが 0.60 mm のポリカーボネートにスペーサ層の厚さの約半分を加えたものによって発生された球面収差の矯正を有することを特徴とする、請求項2に記載のディスク・ドライブ・システム。

9. レーザ光源と、

(a) 厚さ t_1 と、レーザ光が入射するディスク外部表面

を形成する第1の表面とを有する光透過の基板と、(b)前記第1の表面の反対側の基板表面上の部分光透過の第1のデータ層と、(c)厚さ t_2 を有し、第1のデータ層上に位置する光透過のスペーサ層と、(d)スペーサ層上にあって、約 t_2 だけ第1のデータ層から分離されている光反射の第2のデータ層とを含むCD光ディスクと、

ディスクに取り付けられ、ディスクを回転させるためのモータと、

レーザ光源と基板の前記第1の表面との間に位置し、レーザ光をスポットに集束するためのレンズであって、一定の球面収差の矯正を有するレンズと、

レンズに接続された手段であって、集束スポットが一方のデータ層からもう一方のデータ層へ移動できるようにディスクに対してレンズを移動させるための手段とを含み、ほぼ回折によって制限される集束スポットがディスクの前記第1の表面から t_1 に $t_2/2$ を加えた距離でだいたい発生するような値をレンズの一定球面収差矯正が有することを特徴とする、コンパクト・ディスク(CD)光ディスク・ドライブ・システム。

10. 既知の屈折率を有する一定の厚さの光透過材料に対応する球面収差の矯正を有するレンズを通して透過されるレーザ光によって読取り可能なタイプの光データ記憶ディスクにおいて、ディスクが、光透過基板と、部分光透過の第1のデータ層と、光反射の第2のデータ層と、第1のデータ層と第

2のデータ層との間に位置し、第1のデータ層と第2のデータ層とを分離する光透過スペーサ層とを含み、光透過基板の厚さにスペーサ層の厚さの半分を加えたものが、レンズの球面収差矯正の対象となる前記既知の屈折率を有する光透過材料の前記一定の厚さにほぼ匹敵することを特徴とする、光データ記憶ディスク。

11. ディスクが、ディスク・ブランクと、ディスク・ブランクの外周に取り付けられ、そのまわりに伸びているリングとを含み、基板が、リング基板によって支持されるプラスチック・ダスト・カバーであり、屈折率 n_1 と約 t_1 の厚さとを有する材料から形成され、スペーサ層が、屈折率 n_2 と約 t_2 の厚さとを有する材料から形成され、レンズが、厚さが t_1 の基板材料と厚さが $t_2/2$ のスペーサ層材料とによって発生される球面収差の矯正を有することを特徴とする、請

求項10に記載のディスク。

12. 球面収差の矯正を有するレンズを通して透過されるレーザ光によって読取り可能なタイプの光データ記憶ディスクにおいて、ディスクが、

厚さ t_1 と、レーザ光がレンズから入射するディスク外部表面を形成する第1の表面とを有する光透過基板と、

前記第1の表面とは反対側の基板表面上の部分光透過の第1のデータ層と、

光反射の第2のデータ層と、

厚さ t_2 を有し、第1のデータ層と第2のデータ層との間

に位置し、第1のデータ層と第2のデータ層とを分離する光透過スペーサ層とを含み、基板材料の厚さ t_1 にスペーサ層材料の厚さ t_2 の半分を加えたものが、レンズの前記球面収差矯正に対応する材料の厚さにほぼ匹敵することを特徴とする、光データ・ディスク。

13. ディスクがコンパクト・ディスク(CD)であり、基板がポリカーボネートから形成され、基板材料の厚さ t_1 にスペーサ層材料の厚さ t_2 の半分を加えたものによって矯正する必要がある球面収差の量が、約1.20ミリメートルのポリカーボネートによって矯正する必要がある球面収差の量にほぼ匹敵することを特徴とする、請求項12に記載のディスク。

14. ディスクがコンパクト・ディスク(CD)であり、基板がポリカーボネートから形成され、基板材料の厚さ t_1 にスペーサ層材料の厚さ t_2 の半分を加えたものによって矯正する必要がある球面収差の量が、約0.60ミリメートルのポリカーボネートによって矯正する必要がある球面収差の量にほぼ匹敵することを特徴とする、請求項12に記載のディスク。

【発明の詳細な説明】

一定収差矯正と最適層間間隔を備えた

複数データ層光ディスク・ドライブ・システム

技術分野

本発明は、一般的には光データ記憶システムに関し、より具体的には複数データ層を有する光ディスクと、このようなディスクで動作可能な光ディスク・ドライブとに関する。

発明の背景

光データ記憶システムは、大量のデータを格納するための手段を提供する。データのアクセスは、光媒体のデータ層上の小さいスポットにレーザ・ビームを集束させ、反射した光ビームを検出することによって行われる。取外し可能光ディスクを備えた光ディスク・ドライブ・システムは、最も一般的な形態の光記憶装置である。このようなシステムは様々な種類のものが知られている。コンパクト・ディスク・システム（たとえば、CD-ROM、CDオーディオ、CDビデオ）などのROM（読取り専用メモリ）システムでは、ディスクの製造時にデータがマークとして永続的にディスクに埋め込まれる。このデータは、レーザ・ビームがデータ・マークの上を通過するときに反射率の変化として検出される。WORM（追記型）システムでは、ユーザは、光ディスクの記録層

にピットなどのマークを作ることによってデータを書き込むことができる。ディスクにデータが記録されると、そのデータは消去することができない。WORMシステム内のデータも反射率の変化として検出される。また、位相変化システムや光磁気（MO）システムなど、消去可能な光データ記憶システムもある。位相変化システムも反射率の変化を感知することによってデータを読み取るが、MOシステムでは、MO媒体が発生する入射偏光の回転を測定することによってデータを読み取る。

1枚の光ディスクの記憶容量を増加するため、複数データ層システムが提案されている。2枚またはそれ以上のデータ層を有する光ディスクでは、レンズの焦点を変更することによって様々な層にアクセスすることができる。IBMの米国

特許第5202875号には複数データ層光ディスク・ドライブ・システムが記載されているが、その光ディスクは、それぞれがエア・ギャップで間隔を設けたデータ層を備えた複数の基板か、または固体構造の複数のデータ層のいずれかを含む。U. S. Philips社に譲渡された米国特許第4450553号では複数データ層を備えた固体構造を使用し、それぞれのデータ層はCDタイプのデータ層である。このような複数データ層光ディスク・ドライブ・システムでは、各種基板上のデータ層にアクセスするために、レーザからの光が1枚または複数の光透過ディスク基板を通過しなければならない。比較的厚い光透過基板により光を集束させると、光ビームに

球面収差がもたらされる。これを矯正しないと、ほぼ回折によって制限されるスポット・サイズを達成することができない。従来の単一ディスク光ディスク・ドライブの場合、光が通過しなければならない基板材料の量が一定のままになるので、集束レンズの表面の形状を一定量だけわずかに変更することによってこれを矯正することができる。しかし、複数データ層光ディスク・ドライブでは、どのデータ層にアクセスするかに応じて、様々な数と厚さの基板により光を集束する必要があるので、何らかの形態の球面収差用の調整可能な能動的補正が必要である。たとえば、松下に譲渡された米国特許第5097464号には、レンズから最も遠いデータ層向けに収差を矯正したレンズと、レンズにより接近したデータ層上にレーザ・スポットを集束させるときに光路に挿入される光路長矯正器とを使用する、複数データ層CDシステムが記載されている。また、IBMの米国特許第5202875号には、能動的収差補正器を備えた複数データ層光ディスク・ドライブ・システムが記載されている。

複数データ層システムのもう1つの問題は、CDなど、従来の単一データ層ディスクとの互換性が必要なことである。たとえば、従来のCDでは、厚さ1.20mmのポリカーボネート基板を使用している。複数データ層CDディスク・ドライブは、従来の単一データ層ディスクのデータ層ならびに新しい複数データ層ディスクの複数のデータ層上にほぼ回折によって制限されるスポットを集束できなければならない。

複数データ層システムで発生するもう1つの問題は、所望のデータ層からの信号に干渉する隣接データ層からの不要データ、焦点エラー、追跡エラー信号によって発生するクロストーク (crosstalk) である。このような不要信号は、層間クロストークとして知られている。この問題を回避するために、データ層間に比較的大きい間隔を維持することが必要である。しかし、固体スペーサ材料によって分離したデータ層間の比較的大きい間隔によって、ディスク全体の厚さと、必要な能動的球面収差矯正量が増し、いずれも好ましくないものである。

単一データ層ディスクと複数データ層ディスクで機能し、球面収差と層間クロストークの影響を最小限にするような、光ディスク・ドライブが求められている。

発明の概要

本発明は、一定収差矯正を有する複数データ層光ディスク・ドライブ・システムであり、層間クロストークを低減するために最大層間間隔を備えたディスクを使用する。一実施例の複数データ層ディスクは、第1のデータ層と最後のデータ層とを分離するスペーサ層の厚さの約半分だけ低減した厚さの基板を有する。このディスクは、従来の単一データ層ディスクの厚さについて補正するために球面収差矯正を有するレンズで機能するように設計されている。このため、ディスク・ドライブは、複数データ層ディスクを扱うことができる。

同時に後方互換性を維持することができ、その結果、従来の単一データ層ディスクを扱うことができるようになる。球面収差矯正の目的では、基板材料の厚さにスペーサ層材料（基板材料とは異なる屈折率を有する可能性がある）の厚さの半分を加えたものは、従来の単一データ層ディスクに使用する基板材料の厚さに匹敵する。したがって、最小球面収差を備えた集束スポットは、第1のデータ層上ではなく、スペーサ層の中間に位置する。スペーサ層の厚さは、集束スポットが第1のデータ層または最後のデータ層のいずれかに位置するときに慎重に設計され許容できる量のある程度の球面収差が発生するように選択される。その結果、スペーサ層の厚さを大幅に増加し、それにより、層間クロストークを低減することができる。他の実施例では、基板の厚さとスペーサ層の厚さが選択され、基板

材料の厚さにスペーサ層材料の厚さの半分を加えたものに相当する球面収差に対応するようにレンズが矯正される。

本発明の特徴および利点をより完全に理解するため、添付図面とともに以下の詳細な説明を参照する必要がある。

図面の簡単な説明

第1図は、CDシステムの形態の本発明の光ディスク・ドライブ・システムの概略図である。

第2図は、光ディスク・ドライブ・システムの光学ヘッドと2層ディスクの概略図である。

第3図は、光ディスク・ドライブ・システムの制御装置システムのブロック図である。

第4図は、2つのケースについて集束スポットの光の強さをビーム上の位置の関数として示すグラフであり、曲線Aは最小球面収差の場合であり、曲線Bは大幅球面収差の場合である。

第5図は、屈折率が異なる2通りの材料について、 $N.A. = 0.45$ のレンズの場合に球面収差が最小値になる位置からの距離の関数としてStrehl比を示すグラフである。

第6図は、スペーサ層の中間に位置する最小球面収差を備えたスポットを示す、2層ディスクの断面図である。

第7図は、 $N.A. = 0.55$ のレンズを備えた2つの光ディスク・ドライブ・システムについて、達成可能なデータ層分離（スペーサ層の厚さ）の関数としての $1 - \text{Strehl}$ 比の比較であり、一方は最小球面収差を備えたスポットが第1のデータ層上に位置し、一方は最小球面収差を備えたスポットがスペーサ層の中間に位置する。

第8図は、スペーサ層の中間に位置する最小球面収差を備えたスポットを示す、薄いダスト・カバーを有する空気入射2層ディスクの断面図である。

好ましい実施例の説明

第1図は、全体が参照番号10で示されている、本発明による光ディスク・デ

ータ記憶システムの概略図である。CD

光ディスク・ドライブ・システムに関してシステム10について説明する。システム10は、好ましくは当技術分野で周知のクランプ・スピンドル14に取外し式に取り付けられた光データ記憶ディスク12を含む。スピンドル14はスピンドル・モータ16に取り付けられ、次にこのモータがシステム・シャーシ20 (chasis)に取り付けられている。モータ16はスピンドル14とディスク12を回転させる。

光学ヘッド22は、ディスク12の下に位置決めされている。ヘッド22はアーム24に取り付けられ、次にこのアームが音声コイル・モータ26などのアクチュエータ装置に接続されている。音声コイル・モータ26はシャーシ20に取り付けられ、ディスク12の下で半径方向にアーム24とヘッド22を移動させる。

第2図は、第1図の光学ヘッド22とディスク12の一実施例の概略図を示している。光学ヘッド22はレーザ・ダイオード200を含むが、これは約780ナノメートルの波長の1次光ビーム202を発生するガリウム・アルミニウム・ヒ化物ダイオード・レーザにすることができる。ビーム202は、まず回折格子201によって回折され、1次データ・ビームの他に追跡用の2本の2次ビームを発生し、次にレンズ203によって平行にされる。その結果得られる3成分ビーム204はビームスプリッタ205に到達する。ビーム204の一部は、ビームスプリッタ205によってレンズ206と光学検出器207に反射される。検出器207は、レー

ザ・ビーム204の出力を監視するために使用する。次にビームスプリッタ205からのビーム204は、鏡208に到達し、それによって反射される。次にビーム204は、焦点レンズ210を通過し、回折制限スポットに集束される。レンズ210はホルダ214内に取り付けられ、その位置は焦点アクチュエータ・モータ216によってディスク12に対して調整され、そのモータは音声コイル・モータにすることができる。焦点アクチュエータによるレンズ210の動きに

より、ディスク12の2つのデータ層52、62の間で集束スポットが移動する。

光ビーム204の一部は、反射ビーム220としてデータ層52、62から反射される。ビーム220はレンズ210を通して戻り、鏡208によって反射される。ビームスプリッタ205において、ビーム220は非点レンズ(astigmatic lens)232によって複数要素光学検出器234に向けられる。

第3図は、光ディスク・ドライブ・システムの制御装置システムのブロック図であり、全体が参照番号300によって示されている。複数要素検出器234（第2図）は、データ信号と、焦点エラー信号(FES)と、トラッキング・エラー信号(TES)とを提供する出力信号を生成する。これらの信号は、信号増幅器236によって増幅され、制御装置314に直接送られる。また、ピーク検出器310もこのFESを受け取り、ピーク検出器312も増幅器236からTES

Sを受け取る。制御装置314は、FESピーク検出器310と、TESピーク検出器312と、レーザ出力検出器207からも入力信号を受け取る。制御装置314はマイクロプロセッサベースのディスク・ドライブ制御装置である。制御装置314は、レーザ200と、ヘッド・モータ26と、スピンドル・モータ16と、焦点アクチュエータ・モータ216にも接続され、これらを制御する。

もう一度第2図を参照すると、同図にはディスク12に断面図が示されている。ディスク12は、通常はポリカーボネートの光透過基板40を含む。基板40の第1の表面41は、レンズ210に面し、光が入射する側になっている。基板40の反対側の表面には第1のデータ層52が形成されている。データ層52は、基板40の表面内に形成されたビットまたはくぼみからなるパターンであり、部分光透過材料のフィルムでおおわれている。データ層52は、従来の射出成形、エンボスト、またはフォトリソ複製によって形成されている。基板40と第1のデータ層52は従来のCDと同様のものであるが、基板表面上のビットのパターンをおおうフィルムは、完全反射ではなく、部分光透過である。このフィルム材料は、従来のいずれの半導体材料（たとえば、アモルファスSi、SiC、GaSb）、誘電材料（たとえば、ZrO₂、SiN）、または金属材料（たと

えば、Al、Au)でも形成することができる。これらの材料は、当技術分野で周知のように、スパッタリングまたは蒸着によって付着することができ、30

～3000オングストロームの範囲の厚さを有する。データ層52の上には光透過スペーサ層44が形成されている。このスペーサ層は、スピンコーティングによって付着されたフोटポリマ材料で形成することができる。あるいは、スペーサ層44は積層プロセス、すなわち、基板40上のデータ層52の被覆フィルム上にデータ層62によってエンボストされた薄いプラスチック・シートを接着することによって形成することができる。データ層52に接触している表面とは反対側のスペーサ層44の表面には、第2のデータ層62が形成されている。データ層62も、スペーサ層44の表面上に形成されたピット・パターンと、アルミニウム合金などの光透過材料の被覆フィルムとを含む。データ層62が複数データ層ディスクの最後のデータ層である場合、アルミニウム合金被覆フィルムは完全反射であることが好ましく、100～1000オングストロームの範囲の典型的な厚さを有する。データ層62のエンボスト(embossed)パターンは、ポリマと接触しているスタンプによる光重合プロセスによって形成することができ、ポリマは紫外線によって硬化されている。スペーサ層が積層によって形成されている場合、プラスチック・シートを基板40に接着する前にそのシート上にデータ層62を事前にエンボストすることができる。通常、データ層52、62のエンボスト・パターンのピットの深さは1000～2000オングストロームの範囲である。最後に、スピーティングとその後の硬化によってデータ層62の上に

フोटポリマの保護層70が形成される。第2図に示す2層CDは、2重データ層ディスクである。基板40は、厚さ t_1 を有し、屈折率が n_1 の光透過材料から形成されている。スペーサ層44は、厚さ t_2 を有し、屈折率が n_2 の光透過材料から形成されている。ディスク12では、データ層を追加して使用することもできる。たとえば、第1および第2のデータ層52、62の間に追加のエンボスト・パターンと部分光透過フィルムを形成することができる。

次に、第2図および第3図を参照すると、光記憶システム10(第1図)の動

作を理解することができる。制御装置314は、ディスク12を回転させるモータ16と、ディスク12の下に適当な位置に光学ヘッド22を移動させるモータ26とを制御する。ディスク12からデータを読み取るために、レーザ200が励起される。ビーム204は、レンズ210によってほぼ回折によって制限されるスポットに集束され、この集束スポットはデータ層52、62のうちの所望の1つの上に位置する。反射ビーム220が戻り、非点レンズ232によって複数要素検出器234に向けられる。FES信号、TES信号、データ信号は、検出器234によって出力され、増幅器236（第3図）によって増幅される。FESは、ディスク12が回転するときにレンズ210が所望のデータ層（たとえば、データ層52）上にスポットを維持するように焦点アクチュエータ・モータ216を制御するために、従来のサーボ制御技法で制御装置314が使用する。デ

ータ層62からデータを読み取る必要がある場合、制御装置314は、スポットがデータ層52からデータ層62に移動するようにレンズを移動させるよう、焦点アクチュエータ・モータ216に指示する。スポットがデータ層62上に位置する場合、レンズ210からの光は、基板40の厚さ t 全体と、スペーサ層44の厚さ t_2 とを横断する。

光ディスク・ドライブ・システムでは、集束スポットの直径をできるだけ小さくし、最小球面収差になるようにすることが必要である。光は基板を通して集束するので、基板の屈折率と厚さを対物レンズの設計に含めなければならない。したがって、レンズは、既知の屈折率を有する一定の厚さの光透過材料に対応する球面収差矯正を有するように設計される。第4図は、2つの異なるスポットについて集束スポットの光の強さをスポットの中心からの横方向位置の関数として示すグラフであり、一方は最小球面収差を有し、一方は基板の厚さが最適ではないために大幅球面収差を有する。第4図の曲線Aは、最小球面収差を備えたスポットを表し、ほぼ光の強さのガウス分布である。回折制限スポットの径は、最大強さ振幅の半分の全幅として定義され、第4図の曲線Aについて示されている。第4図の曲線Bは、球面収差を備えたスポットを表し、より低いピーク強さと、サイド・ローブ(side lobe)の存在とを示している。光ディスク・ドライブでは、

適当な基板厚になるようにレンズを矯正しないと、データ層上のスポットが球面収差を持つようになる。データ信号、焦点エ

ラー信号、トラッキング・エラー信号はいずれも最大光学解像度を有することに依存しているので、これは望ましくないことである。

収差を備えたスポットのピーク強さと、収差を備えていないほぼ回折によって制限されるスポットのピーク強さとの割合は、*Strehl*比と呼ばれる。第5図は、 $N.A. = 0.45$ のレンズの場合に異なる屈折率を有する2通りの材料について、レンズの設計目標である基板厚からの厚さの偏差の関数として *Strehl*比を示すグラフである。実線は屈折率が1.57であったたとえば、(たとえば、ポリカート)の *Strehl*比であり、破線は屈折率が1.10である材料の *Strehl*比である。厚さの偏差がゼロの場合、球面収差のためにレンズを矯正した正確な距離を光が横断するので、*Strehl*比は理論的に1.0になる。しかし、光の横断距離が材料程度の場合、スポットは球面収差を持つことになる。 $n = 1.57$ で、開口率($N.A.$)が0.45のレンズを備えた従来のCDシステムの場合、最小許容 *Strehl*比は約0.9になる。これは、材料厚の偏差が約 $\pm 0.125\text{ mm}$ である場合に相当する。第2図に図示し説明した2データ層システムの場合、これは、スペーサ層44も屈折率が約1.57の材料からできている場合にスペーサ層を約0.125 mmより厚くすることができないか、またはデータ層62上に集束したときにスポットが許容できないほど高い球面収差を持つことになることを意味する。同じ *Strehl*

*h l*比の要件が0.9で $N.A. = 0.55$ のレンズの場合、スペーサ層の厚さは約0.05 mmより大きくすることができない。したがって、多層光ディスク・ドライブ・システムの球面収差の問題は、スペーサ層をできるだけ薄くすることによって最も適切に解決される。しかし、多層光ディスク・ドライブ・システムのもう1つの問題は、スポットが所望のデータ層上に位置するときの隣接データ層からの層間クロストークである。この問題は、スペーサ層をできるだけ厚くすることによって最も適切に解決される。

本発明の複数データ層光ディスク・ドライブ・システムは、最小球面収差を備えた集束スポットがどのデータ層上にも位置しないように設計されている。むしろ、スポットは、レンズから最も近いデータ層と最も遠いデータ層の2つのデータ層間の中間に位置することが好ましい。第2図に示すような2層CD光ディスク・ドライブ・システムの場合、ディスク・ドライブは、最小球面収差を備えたスポットがスペーサ層44の中間に位置するように設計されている。

したがって、第6図に示すように、最小球面収差を備えた集束スポットは、スペーサ層44のほぼ中間（すなわち、両方のデータ層52および62から $t_2/2$ の距離）に位置するものとして示されている。この点まで光が横断する材料の量は、屈折率が n_1 の場合にはだいたい基板40の厚さ t_1 であり、屈折率が n_2 の場合にはスペーサ層44の厚さの半分（ $t_2/2$ ）である。好ましい実施例では、レンズ210

は、従来の単一層ディスク・ドライブ・システムで使用するものと同様であり、すなわち、1.20mmのポリカーボネート（ $n_1 = 1.57$ ）基板の厚さに対応するように矯正されている。しかし、好ましい実施例の基板40は、従来の基板の厚さと等しくないが、従来の厚さからスペーサ層44の厚さの $t_2/2$ を引いたものに等しい厚さを有する。本発明のCDドライブ実施例では、 $N.A. = 0.45$ のレンズの場合、基板40の厚さ t_1 は約1.075mmであり、スペーサ層44の厚さ t_2 は約0.250mmである。 $N.A. = 0.55$ のレンズの場合、基板40の厚さ t_1 は約1.15mmになり、スペーサ層44の厚さ t_2 は約0.10mmになるはずである。スペーサ層44の材料は、ポリカーボネートの屈折率に十分類似し、したがって球面収差矯正の2次効果にすぎず、基板の厚さ t_1 の選択時の要因にする必要がないような屈折率を有するポリマであることが好ましい。しかし、スペーサ層の屈折率が基板の屈折率と異なる場合、屈折率が n_1 の基板材料の t_1 と屈折率が n_2 のスペーサ層材料の $t_2/2$ があいまってレンズの球面収差の矯正対象である材料の厚さに匹敵するように、基板の厚さ t_1 が調整される。

スペーサ層44の厚さ t_2 は、最小許容Strehl比に基づいて選択される

が、このStrehl比はレンズのN.A.と基板材料の屈折率に依存する。厚さ t_2 は、球面収差がまだ許容できる場合に $t_2/2$ が最大厚さ変動に対応する

ように選択される。N.A. = 0.45のCD2データ層ドライブの場合、これは $t_2/2 = 0.125\text{ mm}$ (Strehl比 = 0.9) または $t_2 = 0.250\text{ mm}$ になる。その結果、最小球面収差を備えた集束スポットが第1のデータ層上に位置する場合に該当するものについて、スペーサ層の厚さが倍増する。層間クロストークの影響は大幅に低減されるが、両方のデータ層での球面収差の量はまだ許容できる範囲である。

本発明のこの実施例の利点は、レンズの球面収差が単一データ層光ディスクの従来の基板厚に対応するように矯正されたままになるので、この光ディスク・ドライブが従来の単一データ層ディスクでも機能できることである。したがって、CD光ディスク・ドライブ・システムの場合、このドライブは、2データ層ディスク (基板の厚さ $t_1 = 1.075\text{ mm}$ 、スペーサ層の厚さ $t_2 = 0.250\text{ mm}$) で機能可能であり、既存の単一層CD (基板の厚さ 1.20 mm) との後方互換性を維持している。

本発明の代替実施例では、複数データ層ディスクのパフォーマンスを最適化するように基板の厚さとスペーサ層の厚さが選択され、屈折率が n_1 の場合には基板の指定の t_1 、屈折率が n_2 の場合にはスペーサ層の t_2 に対応するようにレンズの球面収差が矯正される。CDの場合、2データ層システムに従来の 1.20 mm の基板を使用することができ、スペーサ層を 0.250 mm の厚さにすることができる。この

場合、レンズは 1.325 mm [$1.20 + (t_2/2 = 0.125)$] の材料に対応するように矯正されるはずである (N.A. = 0.45であり、屈折率が1.57に十分近接した材料でスペーサ層ができており、球面収差矯正にわずかな影響しか及ぼさないと想定する)。

平面平行基板を有するシステムで既知の球面収差に対応するようにレンズを矯正する方法は周知の技法である。光の波長と、光が横断しなければならない材料

の厚さおよび屈折率とを使用して、レンズの形状を表す多項式を生成する。この方法は、たとえば、R. KingslakeによるLens Design Fundamentals (pp. 119-122および205-208、Academic Press、1978年)に記載されており、本発明の一部ではない。

第7図は、 $N.A. = 0.55$ のレンズの場合に本発明で達成可能なデータ層間隔の増加を示している。たとえば、 $N.A. = 0.55$ で許容Strehl比が0.9 (第7図では $1 - \text{Strehl比}$ が0.1)の場合に、最小球面収差を備えたスポットが第1のデータ層上に位置するディスク・ドライブ・システムでは、スペーサ層を約0.065mm程度の厚さにすることができることを示している。しかし、本発明では、最小球面収差を備えたスポットがスペーサ層の中間に位置するようにディスク・ドライブ・システムが設計されており、スペーサ層の厚さを倍増して0.13mmにすることができる。好ましい実施例では、0.9というStrehl比が使用されていた。しかし、レンズの $N.A.$ や、基板お

よびスペーサ層の屈折率など、ディスク・ドライブ・システムの特定のパラメータに応じて、これより高いかまたは低いStrehl比の値が必要な場合もある。

第6図に示す複数データ層ディスクは、外部層が基板40と保護層70である固体構造として示されている。CDシステムの場合、基板70は、その実施例に応じて、厚さが1.20mmまたは1.20mmから $t_2/2$ を引いたもののいずれかであるポリカーボネートである。しかし、より薄い2枚の単一データ層ディスクを接合することによって、複数データ層ディスクを作ることにもできる。このタイプの構造では、保護層70は基板40と同一の第2の基板になっている。たとえば、CDシステムの場合、それぞれが1つのデータ層を有する厚さ0.60mmの2枚の基板が、スペーサ層として機能する従来のフォトリソなどの光透過材料と接合されている。レンズ210に最も近い基板上のデータ層は、そのビット・パターンの上に部分光透過被覆フィルムを有し、レンズ210から最も遠い基板上のデータ層は、そのビット・パターンの上に完全光反射被覆フィルム

を有する。

第8図は、代替タイプの複数データ層ディスク90を含む本発明を示している。ディスク90は、アルミニウム・ディスク・ブランク91と、ディスク・ブランク91上に形成されたレンズ210から最も遠いデータ層92と、データ層92上のスペーサ層93と、スペーサ層93上に形成されたレンズ210に最も近いデータ層94とを含む。プラスチック

・リング95は、アルミニウム・ディスク・ブランク91に接合され、ディスク・ブランク91の外周のまわりに伸びている。リング95は透明プラスチック・ダスト・カバー96を支持している。ダスト・カバー96は、通常、厚さ100ミクロンで、リング95を横切り、それに接合されている。ダスト・カバー96は、それとデータ層94との間に0.2~2.0mmのエア・ギャップを形成する。どちらのデータ層92、94も、記録可能な位相変化WORMデータ層であり、通常、In-Sb-Snで形成される。レンズ210に最も近い第1のデータ層94は、厚さが60~120オングストロームであり、したがって、その厚さ分だけ部分光透過である。レンズ210から最も遠い第2のデータ層92は、厚さが400~2000オングストロームであり、したがって、データ層94より高い反射率を有する。スペーサ層93は、スピンコーティングされ硬化されたフォトリソ・フィルムであり、典型的な厚さが0.05~0.15mmである。第8図に示すように、最小球面収差を備えた集束スポットはスペーサ層93の中間に位置する。本発明のこの実施例では、データ層92、94まで光が通過する「基板」はダスト・カバー96である。したがって、レンズ210用の球面収差矯正は、光がダスト・カバー96（その屈折率は n_1 ）の厚さとスペーサ層93（その屈折率は n_2 ）の厚さの半分とを通過することによって必要になる矯正である。光が空気を通過してもいかなる球面収差ももたらさないで、ダスト・カバ

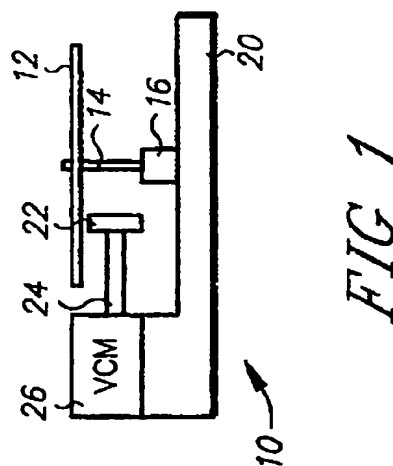
ー96と第1のデータ層94との間のエア・ギャップはレンズ210用の球面収差矯正に現れない。

2層ディスクを使って本発明について説明してきた。しかし、本発明は、第1のデータ層（レンズに最も近いもの）と第2または最後のデータ層（レンズから最も遠いもの）との間に追加のデータ層が位置する場合にも適用可能である。たとえば、スペーサ層が最も近いデータ層と最も遠いデータ層との間の厚さとして定義されている8データ層ディスクでは、 t_1 に $t_2/2$ （ただし、 t_2 は最も近いデータ層と最も遠いデータ層との間の固体光透過材料の厚さである）を加えたものに対応するようにレンズの球面収差が矯正されるようにドライブが設計されるはずであり、ほぼ回折によって制限されるスポットはレンズからの第4のデータ層と第5のデータ層との間に位置するはずである。

また、CDシステムに関して本発明について説明してきた。しかし、本発明は、光磁気、位相変化、またはアブレーションの1回書込み／複数回読取り（WORM）ディスクなど、どのような複数データ層光ディスクでも完全に適用可能である。

本発明の好ましい実施例について詳しく示してきたが、請求の範囲に記載する本発明の精神および範囲を逸脱せずに本発明の変更および改良を行うことができることは明らかなはずである。

【図1】



【図3】

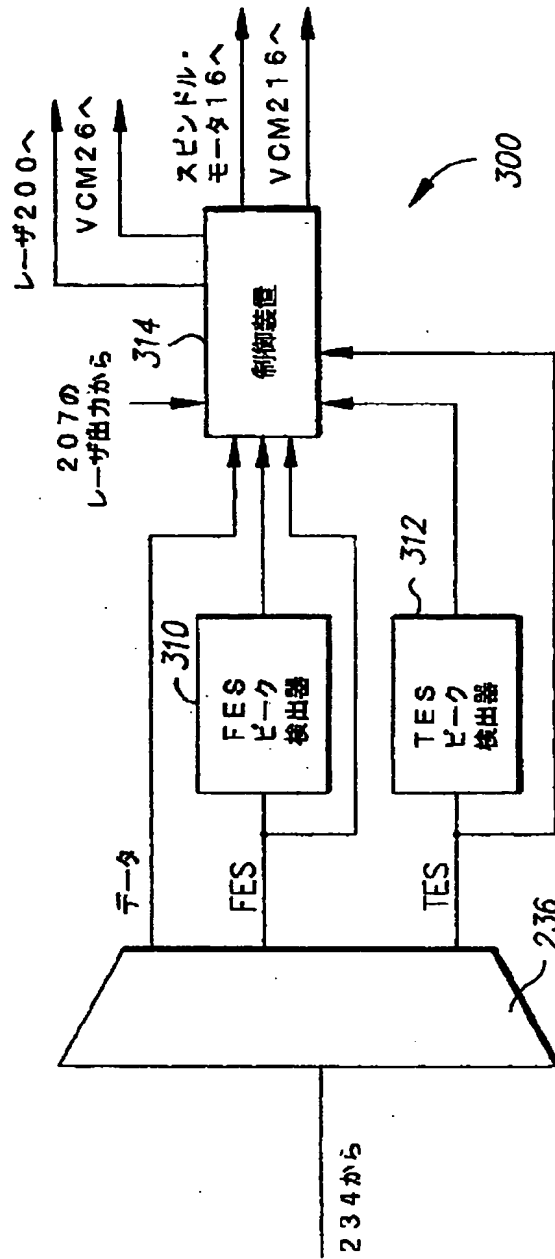
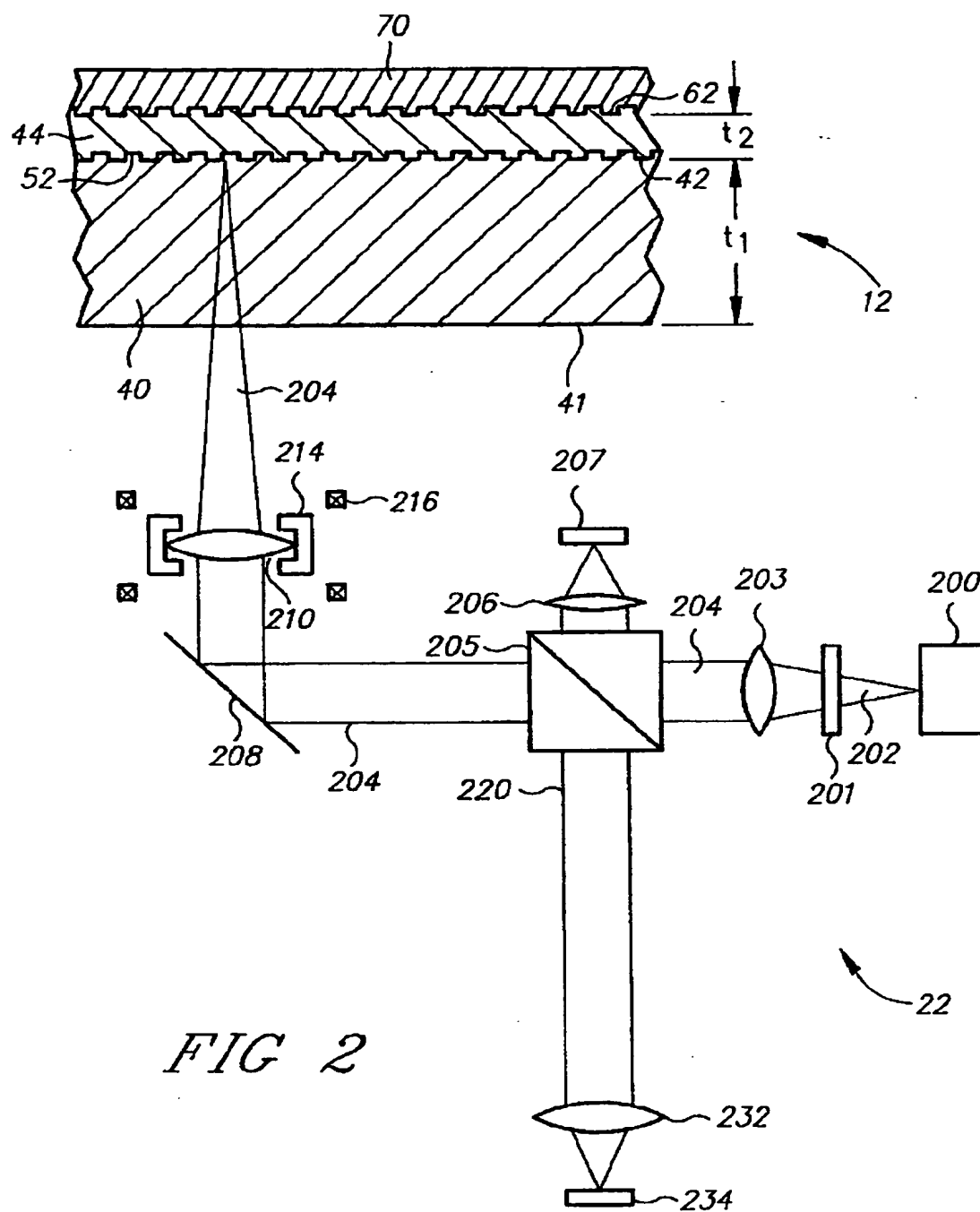


FIG. 3

【图 2】



【図4】

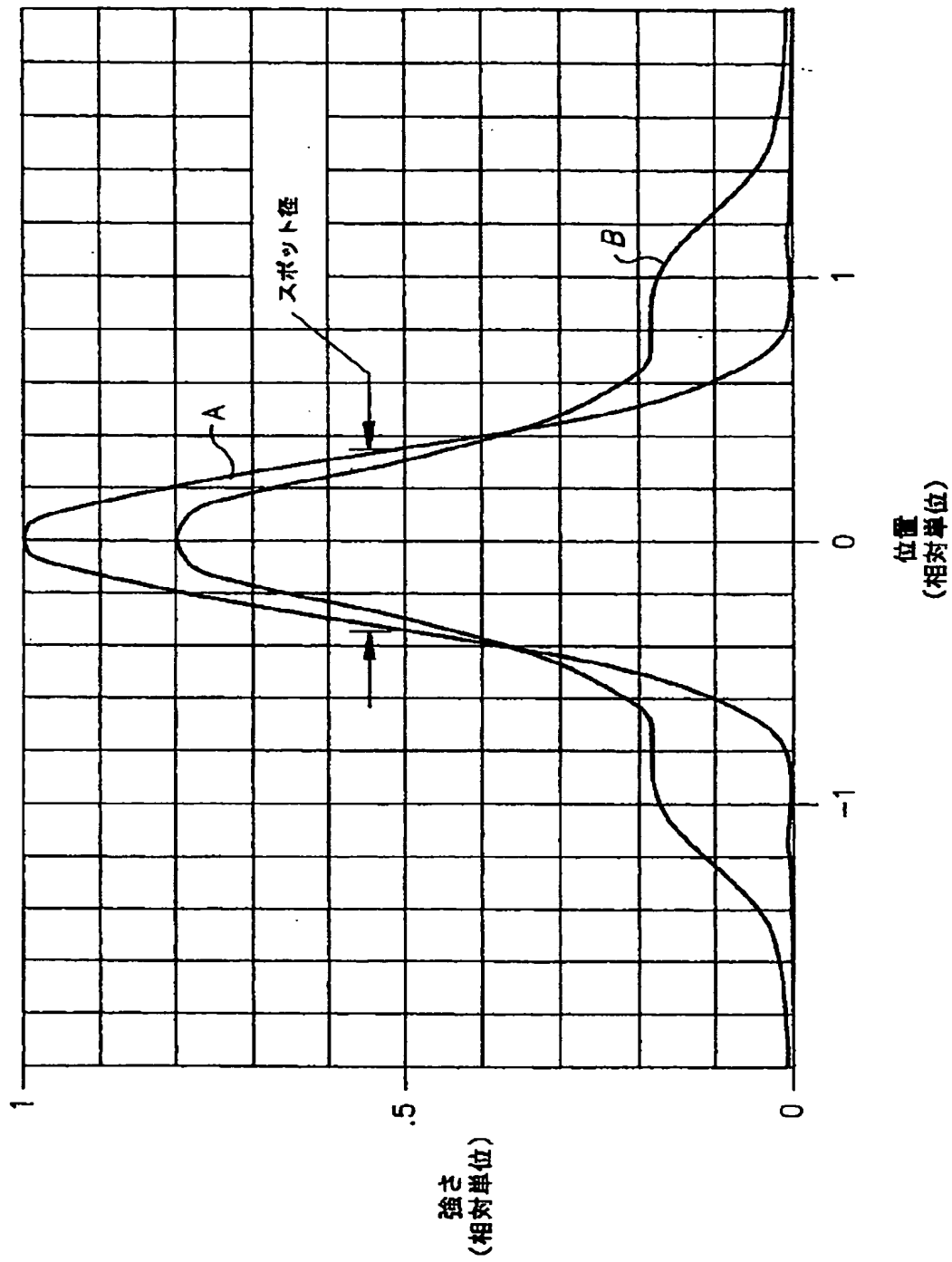


FIG. 4

【図5】

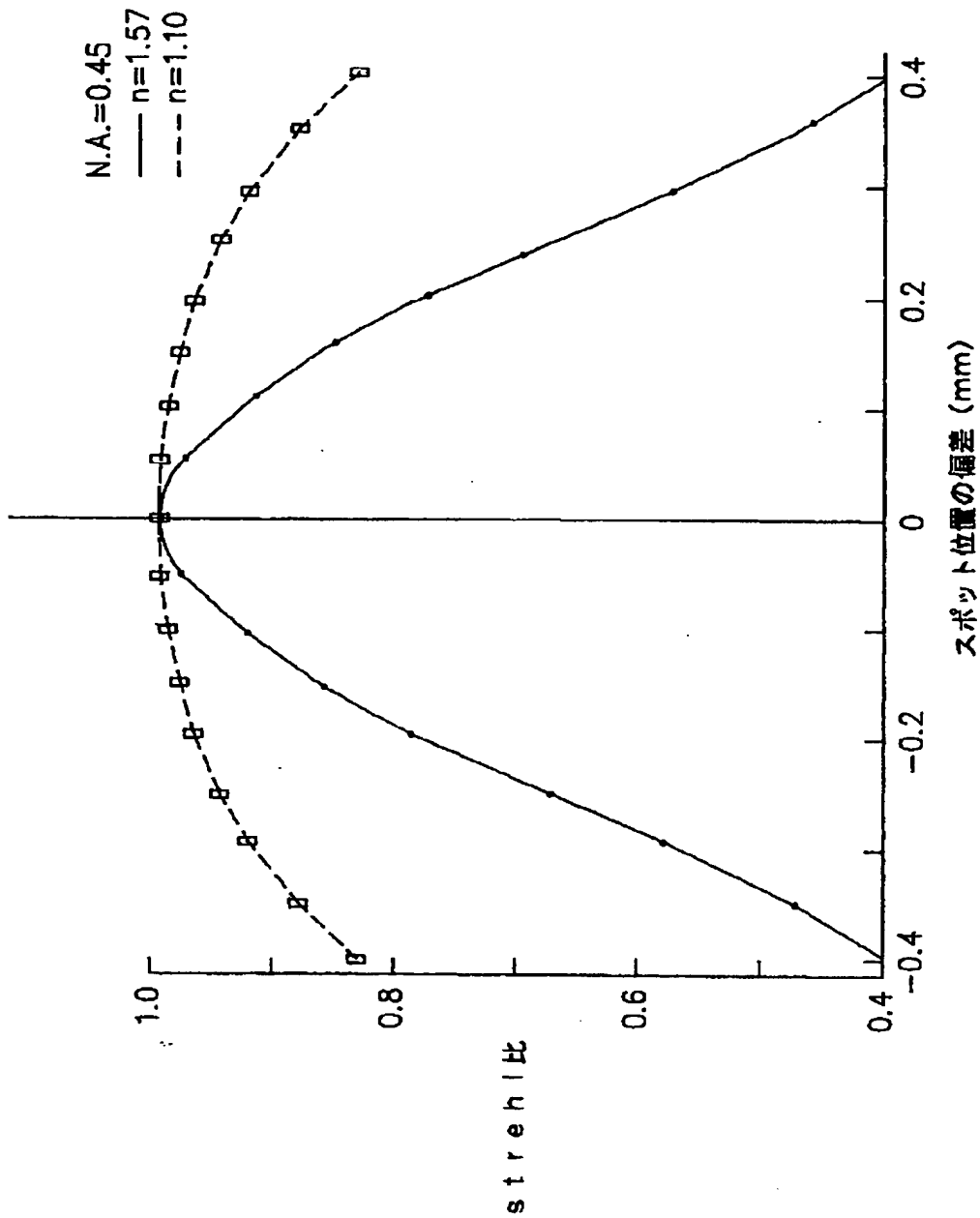


FIG. 5

【図6】

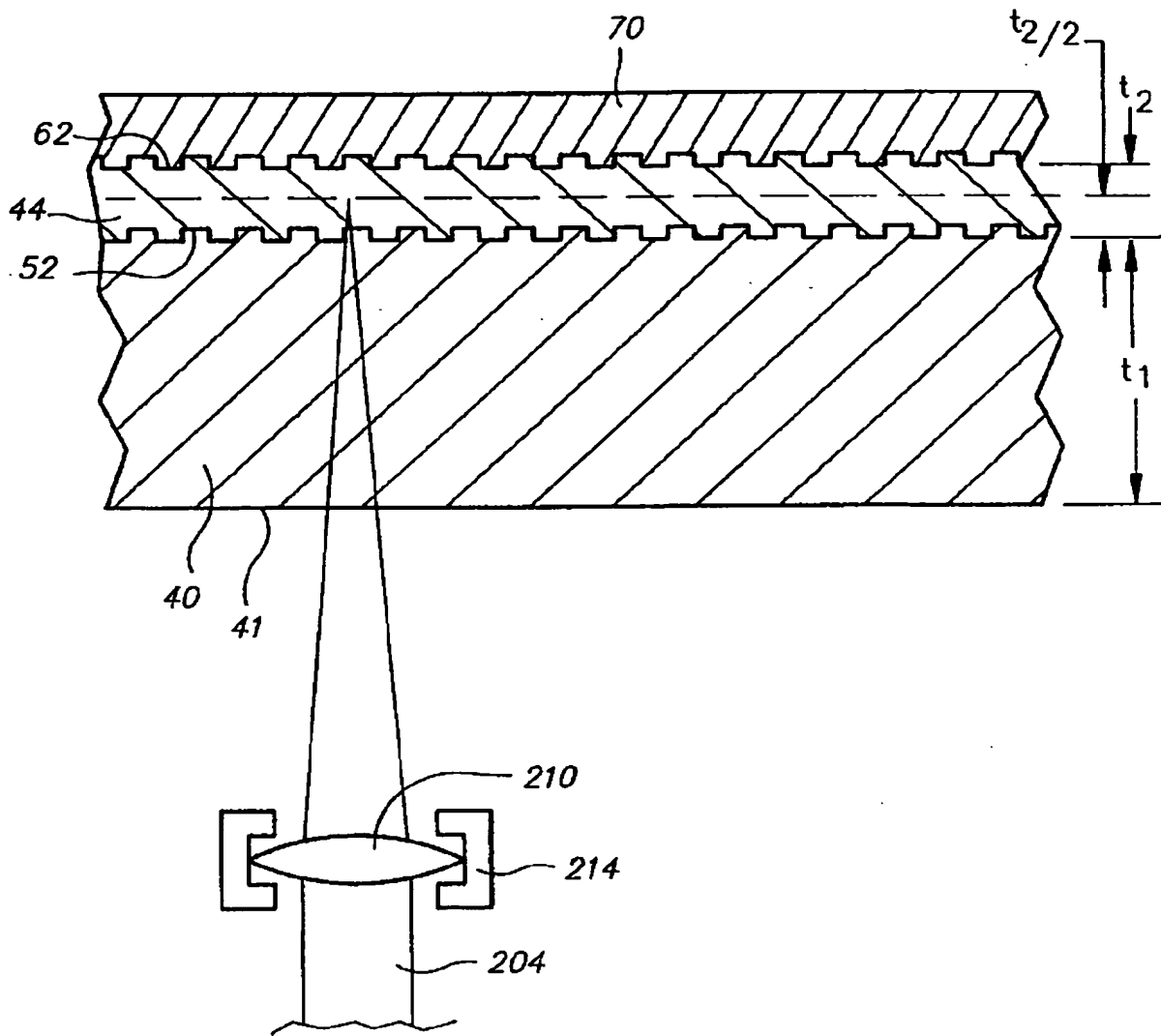


FIG. 6

【図7】

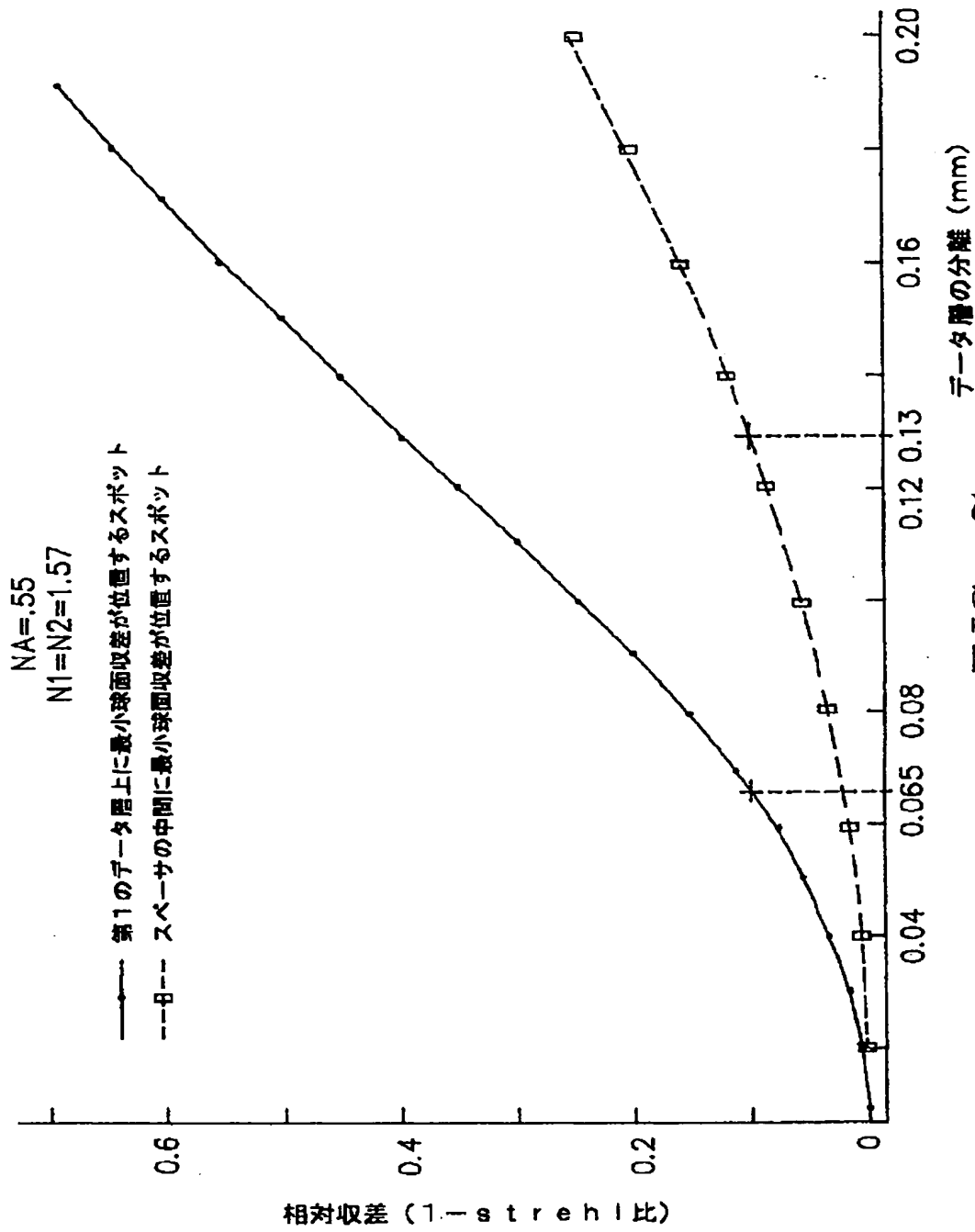


FIG. 7

【図8】

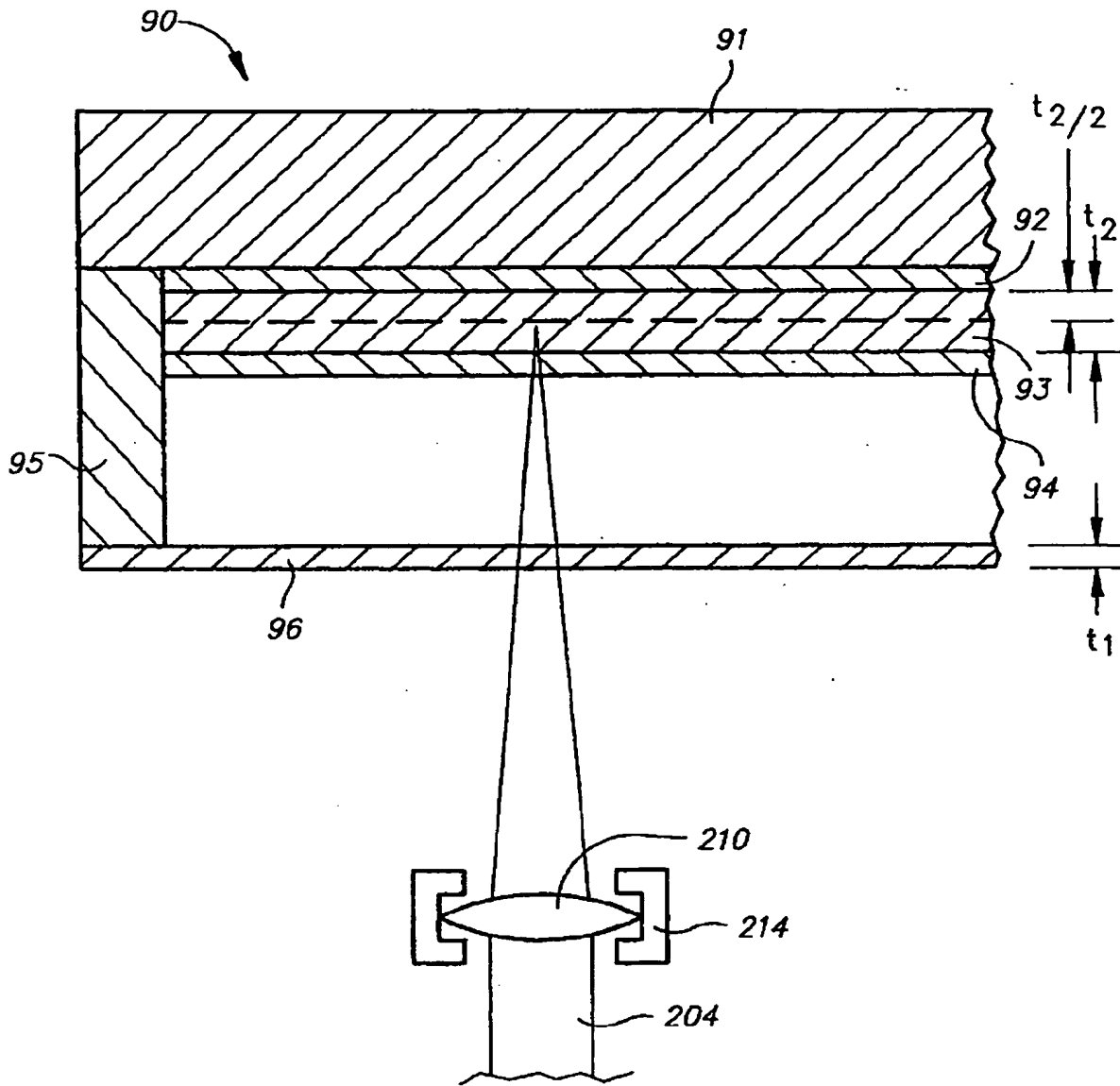


FIG. 8

【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G11B7/135 G11B7/24		Intern. Application No. PCT/GB 96/00212
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G11B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	US,A,5 414 451 (SUGIYAMA HISATAKA ET AL) 9 May 1995 see column 10, line 65 - column 12, line 15 see column 28, line 60 - line 63 see column 32, line 65 - line 68	1-7,9, 11,12
X	& JP,A,05 101 398 (HITACHI) 23 April 1993	1-7,9, 11,12
A	--- US,A,5 251 198 (STRICKLER JAMES H) 5 October 1993	
E	--- WO,A,96 06427 (PHILIPS ELECTRONICS NV ; PHILIPS NORDEN AB (SE)) 29 February 1996 see page 13, line 1 - page 14, line 27 -----	1-6,11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 3 May 1996		Date of mailing of the international search report 20.06.96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Holubov, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/GB 96/00212

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5414451	09-05-95	JP-A- 5101398	23-04-93
US-A-5251198	05-10-93	NONE	
WO-A-9606427	29-02-96	NONE	

フロントページの続き

- (72)発明者 ルービン アレン カート
アメリカ合衆国カリフォルニア州サンタ・
クララ、スーザン・ドライブ 2377
- (72)発明者 タング ウェイ チャング ウエイデ
アメリカ合衆国カリフォルニア州サン・ホ
セ、ピノット・コート 213

【要約の続き】

置するときに慎重に設計され許容できる量のある程度の球面収差が発生するように選択される。その結果、スペーサ層の厚さを大幅に増加し、それにより、層間タロストークを低減することができる。他の実施例では、基板の厚さとスペーサ層の厚さが選択され、基板材料の厚さにスペーサ層材料の厚さの半分を加えたものに相当する球面収差に対応するようにレンズが矯正される。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.